

PENGARUH ARAH SERAT PADA SERAT AMPAS TEBU POLYMER COMPOSITES**Agus Sabarudin, Sri Mulyo Bondan Respati, Muhammad Dzulfikar**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Semarang 51585, Indonesia.

*Email: Agussabarudin405@gmail.com

Abstrak

Tanaman tebu (*Saccharum Offichinarum*) merupakan tanaman yang tubuh subur di Indonesia dan digunakan sebagai bahan utama pembuatan gula, dalam dunia perindustrian permintaan bahan material komposit mengalami peningkatan karena mudah didapatkan dan dapat diperbarui, sehingga mendorong banyak peneliti untuk menciptakan material komposit yang dibutuhkan dalam perindustrian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik komposit serta bentuk patahan komposit dengan foto makro, pembuatan komposit dengan cara serat ampas tebu direndam dengan cairan kimia NaOH 5% selama 2 jam dan variasi fraksi volume 10%, 20%, 30% dan 40% dengan penyusunan seratnya adalah searah, acak dan sudut 45°. Penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan nilai kekuatan tarik maksimal diperoleh pada komposit fraksi volume 30% dengan penyusunan serat searah sebesar 101,78 MPa, kekuatan tarik komposit terendah diperoleh pada komposit dengan fraksi volume 20% dengan penyusunan serat acak sebesar 51,56 MPa. Hasil foto makro patahan komposit untuk penyusunan searah posisi serat berada di semua permukaan patahan, untuk penyusunan acak posisi serat tidak merata dan ada yang tercabut dan penyusunan sudut 45° posisi serat di semua permukaan patahan namun banyak yang tercabut.

Kata kunci : komposit, pengujian tarik, serat alam

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi dalam industri mendorong peningkatan dalam permintaan terhadap material komposit sehingga mendorong banyak peneliti untuk menciptakan material komposit yang dibutuhkan dalam perindustrian. Di Indonesia pengembangan ilmu pengetahuan teknologi dalam bidang material komposit sudah dilakukan baik dari kalangan pendidikan dan perindustrian salah satunya yaitu komposit serat alam.

Serat ampas tebu termasuk serat yang banyak di temukan di Indonesia, dan pemanfaatan yang dilakukan juga belum maksimal hanya digunakan untuk pupuk, bahan bakar boiler dan bahan pembuatan kertas. Pemanfaatan serat ampas tebu sebagai serat penguat material komposit mempunyai peranan penting untuk segi pemanfaatan limbah industri khususnya industri pembuatan gula di Indonesia yang belum maksimal dari segi ekonomi dan pemanfaatan hasil pengolahannya, serat alam masih banyak kekurangannya yaitu mudah patah dan rapuh sehingga perlu ditambahkan bahan kimia untuk penguat dan meningkatkan kekekuatan serat alam.

Untuk penguat serat digunakan Natrium hidroksida (NaOH) yang merupakan zat kimia yang berfungsi untuk penguat serat sebab serat

tanpa perendaman akan mudah patah dan memiliki kekuatan tarik rendah.

Penelitian kekuatan tarik mengacu pada standar ASTM 638 yang dilakukan oleh Wiranda (2015) dengan perendaman serat dengan NaOH sebesar 0%, 3%, 5%, dan 7% diperoleh kekuatan tarik tertinggi pada perendaman 5% dengan nilai 16,51 N/mm².

Penelitian menggunakan Variasi fraksi volume sebab penelitian sebelumnya tidak menggunakan variasi fraksi volume, dan penyusunan seratnya menggunakan susunan searah, acak dan sudut 450, untuk mengetahui nilai maksimal kekuatan tarik komposit.

Hasil penelitian diharapkan ada inovasi baru dalam pengembangan material komposit berpenguat serat alam.

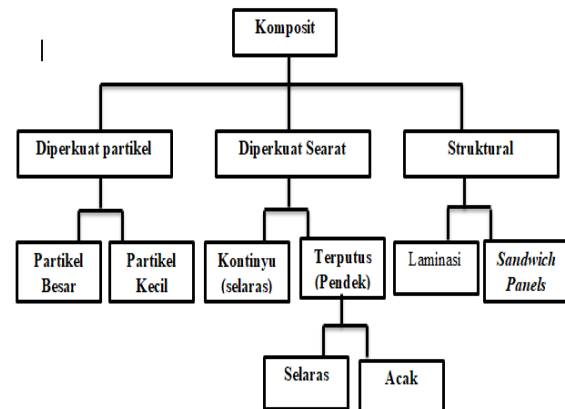
Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kekuatan tarik dari material komposit berpenguat serat ampas tebu jika volume serat di variasi dan penyusunan serat searah, acak dan sudut 450 dan untuk mengetahui bentuk patahan komposit serat ampas tebu jika dilihat dengan foto makro.

LANDASAN TEORI

Banyak teknologi modern membutuhkan bahan dengan kombinasi properti yang tidak biasa yang tidak dapat dipenuhi oleh paduan logam konvensional, keramik, dan

bahan polimer. Hal ini terutama berlaku untuk bahan yang dibutuhkan didalam kedirgantaraan, bawah air, dan transportasi. Misalnya, pesawat peneliti semakin mencari bahan struktural yang memiliki kepadatan rendah, kuat, kaku, dan abrasi dan tahan benturan, dan tidak mudah berkarat. Komposit adalah kombinasi karakteristik yang cukup tangguh, bahan yang kuat relatif padat, juga, meningkatkan kekuatan atau kekakuan umumnya menghasilkan penurunan kekuatan impak. Secara umum, komposit dianggap sebagai material multifase yang menunjukkan proporsi signifikan dari sifat-sifat kedua fase penyusun sehingga kombinasi yang lebih baik properti direalisasikan. Menurut prinsip tindakan gabungan ini, kombinasi properti yang lebih baik dibentuk oleh kombinasi dari dua atau lebih bahan yang berbeda. Ada juga sejumlah komposit yang terjadi di alam misalnya, kayu terdiri dari serat selulosa yang kuat dan fleksibel yang dikelilingi dan dipegang bersama oleh bahan yang lebih kaku yang disebut lignin, tulang adalah gabungan dari kolagen protein yang kuat namun lembut dan apatit mineral keras, rapuh. Komposit dalam konteks saat ini, adalah material multifase yang dibuat secara artifisial, dibandingkan dengan yang terjadi atau terbentuk secara alami. Sebagai tambahan, fase-fase penyusun harus secara kimia tidak sama dan dipisahkan oleh antarmuka yang berbeda. Dengan demikian, sebagian besar paduan logam dan banyak keramik tidak sesuai dengan definisi ini karena beberapa fase mereka terbentuk sebagai konsekuensi dari fenomena alam. Dalam membuat material komposit, para peneliti menggabungkan berbagai logam, keramik, dan polimer secara cerdas untuk menghasilkan material bahan luar biasa. Kebanyakan komposit telah diciptakan untuk meningkatkan kombinasi karakteristik mekanis seperti kekakuan, ketangguhan, dan kekuatan suhu dan suhu tinggi.

Klasifikasi struktur penyusun komposit ditunjukkan pada Gambar 1, yang terdiri dari tiga divisi utama: komposit yang diperkuat partikel, diperkuat serat, dan struktural setidaknya ada dua subdivisi untuk masing-masing. Fasa terdispersi untuk komposit yang diperkuat partikel sama yaitu dimensi partikel kira-kira sama di semua arah, untuk komposit yang diperkuat serat, fasa terdispersi memiliki geometri suatu serat yaitu rasio panjang dan diameter. Komposit struktural adalah kombinasi dari komposit dan material homogen.



Gambar 1. Klasifikasi struktur penyusun komposit

Karakteristik penting dari sebagian besar material, terutama yang rapuh, serat berdiameter kecil jauh lebih kuat daripada material curah, kemungkinan adanya cacat permukaan kritis yang dapat menyebabkan fraktur berkurang dengan menurunnya spesimen. volume, dan fitur ini digunakan untuk keuntungan dalam komposit yang diperkuat serat. Bahan yang digunakan untuk memperkuat serat memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Berdasarkan diameter dan karakter, serat dikelompokkan menjadi tiga klasifikasi yang berbeda: whisker, serat, dan kabel. Whisker adalah kristal tunggal yang sangat tipis, dari ukurannya yang kecil, mereka memiliki tingkat kesempurnaan kristal yang tinggi dan hampir bebas dari cacat, dengan kekuatan yang sangat tinggi adalah whisker salah satu bahan yang paling dikenal. Terlepas dari kekuatan yang tinggi ini, whisker tidak digunakan secara luas sebagai media penguat karena mereka sangat mahal. Selain itu, sulit dan sering tidak praktis untuk memasukkan whisker ke dalam matriks.

Bahan *whisker* termasuk grafit, silikon karbida, silikon nitrida, dan aluminium oksida; beberapa karakteristik mekanis dari bahan-bahan ini diberikan dalam Tabel 1. Bahan yang diklasifikasikan sebagai serat adalah polikristalin atau amorf dan memiliki diameter kecil bahan berserat umumnya baik polimer atau keramik (misalnya, aramid polimer, kaca, karbon, boron, aluminium oksida, dan silikon karbida). Karakteristik kekuatan dari komposit yang diperkuat serat berkelanjutan dan selaras yang dimuat dalam arah longitudinal dipertimbangkan. Dalam keadaan ini biasanya kekuatan diambil sebagai tekanan maksimum

pada kurva tegangan-regangan, sering kali titik ini berhubungan dengan fraktur fiber, dan menandai kegagalan komposit.

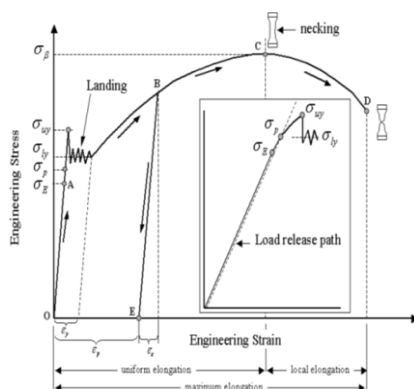
Tabel 1. Karakteristik material komposit

| Material | Specific Gravity | Tensile Strength [GPa (10 ⁶ psi)] | Specific Strength (GPa) | Modulus of Elasticity [GPa (10 ⁶ psi)] | Specific Modul (GPa) |
|-----------------------|------------------|--|-------------------------|---|----------------------|
| Whiskers | | | | | |
| Graphite | 2.2 | 20 (3) | 9.1 | 700 (100) | 318 |
| Silicon nitride | 3.2 | 5-7 (0.75-1.0) | 1.56-2.2 | 350-380 (50-55) | 109-11 |
| Aluminum oxide | 4.0 | 10-20 (1-3) | 2.5-5.0 | 700-1500 (100-220) | 175-37 |
| Silicon carbide | 3.2 | 20 (3) | 6.25 | 480 (70) | 150 |
| Fibers | | | | | |
| Aluminum oxide | 3.95 | 1.38 (0.2) | 0.35 | 379 (55) | 96 |
| Aramid (Kevlar 49™) | 1.44 | 3.6-4.1 (0.525-0.600) | 2.5-2.85 | 131 (19) | 91 |
| Carbon* | 1.78-2.15 | 1.5-4.8 (0.22-0.70) | 0.70-2.70 | 228-724 (32-100) | 106-40 |
| E-glass | 2.58 | 3.45 (0.5) | 1.34 | 72.5 (10.5) | 28.1 |
| Boron | 2.57 | 3.6 (0.52) | 1.40 | 400 (60) | 156 |
| Silicon carbide | 3.0 | 3.9 (0.57) | 1.30 | 400 (60) | 133 |
| UHMWPE (Spectra 900™) | 0.97 | 2.6 (0.38) | 2.68 | 117 (17) | 121 |
| Metallic Wires | | | | | |
| High-strength steel | 7.9 | 2.39 (0.35) | 0.30 | 210 (30) | 26.6 |
| Molybdenum | 10.2 | 2.2 (0.32) | 0.22 | 324 (47) | 31.8 |
| Tungsten | 19.3 | 2.89 (0.42) | 0.15 | 407 (59) | 21.1 |

Tabel 2. mencantumkan nilai kekuatan tarik longitudinal untuk tiga komposit berserat umum.

Tabel 2. Kekuatan Tarik Longitudinal dan Transversal untuk Tiga Komposit Fiber-Reinforced Searah volume 50%

| Material | Longitudinal Tensile Strength (MPa) | Transverse Tensile Strength (MPa) |
|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Glass-polyester | 700 | 20 |
| Carbon (high modulus)-epoxy | 1000 | 35 |
| Kevlar™-epoxy | 1200 | 20 |



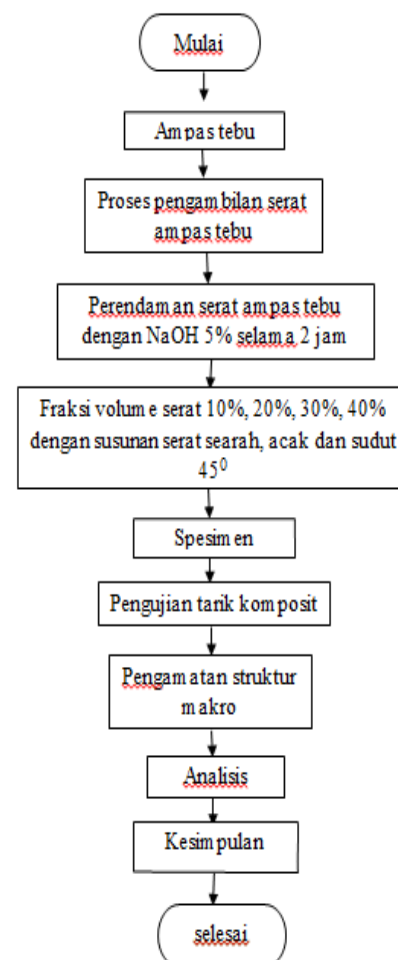
Gambar 2. Diagram tegangan regangan uji tarik

Kegagalan dari jenis material komposit ini adalah proses yang relatif rumit, dan beberapa mode kegagalan yang berbeda adalah mungkin. Mode yang beroperasi untuk komposit tertentu akan bergantung pada sifat-sifat serat dan matrik, dan sifat dan kekuatan dari ikatan antarmuka fiber-matrix.

Jika diasumsikan bahwa yang merupakan kasus biasa, maka serat akan gagal sebelum matriks. Setelah serat mengalami fraktur, sebagian besar beban yang ditanggung oleh serat sekarang dipindahkan ke matrik. Kasusnya adalah mungkin untuk menyesuaikan ekspresi untuk kekuatan tarik pada jenis komposit. Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan bahan dan sebagai data pendukung spesifikasi bahan (Davis, 1982). Kurva tegangan regangan dapat dilihat pada Gambar 2

METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian kekuatan tarik komposit serat ampas tebu dapat dimulai dengan langkah –langkah seperti Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil tegangan luluh komposit serat ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai perbandingan kekuatan tegangan luluh tertinggi pada volume serat 30% dengan penyusunan serat adalah searah dan nilai kekuatan tegangan luluh terendah pada volume 20% dengan penyusunan acak. Kekuatan tegangan luluh pada volume-

Tabel 3. Perbandingan nilai tegangan luluh komposit ampas tebu dan resin polyester

| Susunan Volume Serat (%) | Searah (MPa) | Acak (MPa) | Sudut 45° (MPa) |
|-----------------------------|--------------|------------|-----------------|
| 10 | 57 | 63 | 46 |
| 20 | 60 | 47 | 50 |
| 30 | 86 | 52 | 64 |
| 40 | 79 | 61 | 60 |

30% dengan penyusunan searah lebih besar karena dari penyusunan serat adalah searah sehingga kekuatan tegangan luluhnya bisa maksimal dan volume serat yang baik ada pada volume 30% karena apabila volume semakin kecil kekuatan tegangan luluhnya akan menurun dan jika volume serat semakin banyak maka nilai kekuatan tegangan luluhnya juga akan menurun.

Hasil perbandingan nilai tegangan maksimum komposit ampas tebu dan resin polyester dapat dilihat pada Tabel 4. Dari hasil perbandingan nilai tegangan maksimum komposit ampas tebu dan resin polyester nilai kekuatan tegangan maksimum tertinggi pada volume 30% dengan penyusunan serat searah dimana nilainya adalah 102 MPa dan nilai kekuatan tarik terendah pada volume 20% pada penyusunan acak dengan besarnya nilai 52 MPa.

Penyusunan pada fraksi volume 30% nilai kekuatan tegangan maksimum lebih besar dibandingkan fraksi volume yang lain karena apabila fraksi volume serat semakin kecil nilai kekuatan tegangan maksimum juga akan menurun dan jika fraksi volume dinaikkan kekuatan tegangan maksimum juga akan menurun sehingga fraksi volume yang baik adalah fraksi volume 30%. Penyusunan searah nilai lebih besar dibandingkan dengan penyusunan lainnya karena penyusunan searah

kekuatan tariknya akan maksimal karena seratnya lebih panjang.

Tabel 4. Perbandingan nilai tegangan maksimum komposit ampas tebu dan resin polyester

| Susunan Volume Serat (%) | Searah (MPa) | Acak (MPa) | Sudut 45° (MPa) |
|-----------------------------|--------------|------------|-----------------|
| 10 | 66 | 69 | 54 |
| 20 | 67 | 52 | 59 |
| 30 | 102 | 70 | 74 |
| 40 | 93 | 72 | 71 |

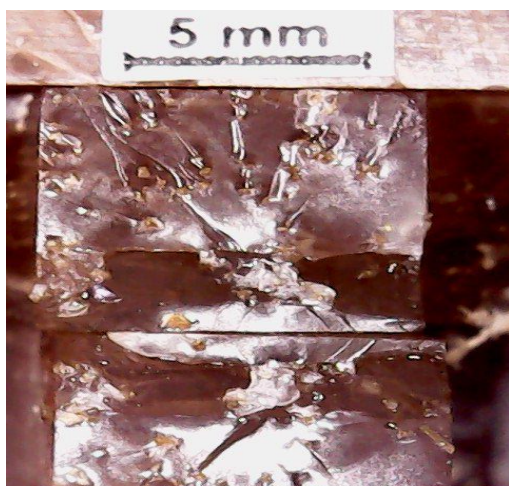
Hasil perbandingan nilai regangan komposit ampas tebu dan resin polyester dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan nilai regangan komposit ampas tebu dan resin polyester

| Susunan Volume Serat (%) | Searah (%) | Acak (%) | Sudut 45° (%) |
|-----------------------------|------------|----------|---------------|
| 10 | 4,8 | 5,3 | 6,4 |
| 20 | 9,5 | 5,8 | 5,6 |
| 30 | 10,4 | 5,3 | 5,9 |
| 40 | 7,6 | 4,4 | 4,4 |

Perbandingan nilai regangan komposit ampas tebu dan resin polyester dapat dilihat pada tabel 4, nilai tertinggi regangan pada fraksi volume 30% dengan penyusunan searah dan nilai tegangan terendah pada fraksi volume 40% dengan penyusunan acak dan sudut 450. Ini membuktikan bahwa nilai tegangan tarik dan regangan nilainya berbanding lurus.

Patah komposit ampas tebu dan resin polyester dengan nilai tegangan maksimum tertinggi dapat dilihat pada Gambar 4. Patahan serat ampas tebu posisinya berada pada semua permukaan dan tidak ada yang tercabut sehingga dari perbandingan nilai kekuatan tarik fraksi volume 30% dengan penyusunan serat searah nilainya lebih tinggi daripada yang lainnya.



Gambar 4. Patahan komposit ampas tebu dan resin polyester pada fraksi volume 30% dengan penyusunan searah



Gambar 5. Patahan komposit ampas tebu dan resin polyester pada fraksi volume 20% dengan penyusunan acak

Patah komposit ampas tebu dan resin polyester dengan nilai tegangan maksimum terendah dapat dilihat pada Gambar 5. Patahan serat ampas tebu berda pada bagian pojok dan ada yang tercabut sehingga kekuatan tegangan maksimumnya tidak bisa maksimal dan penyusunan serat adalah 20% sehingga seratnya lebih sedikit dan penyusunannya adalah acak sehingga posisi serat tidakberaturan dan mudah tercabut.

KESIMPULAN

Dengan mengkaji kegiatan hasil penelitian berdasarkan hasil pengujian tarik komposit dan pengamatan struktur makro patahan komposit serat ampas tebu dengan

fraksi volume 10%,20%,30% dan 40% dengan penyusunan searah, acak dan sudut 450 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian tarik komposit serat ampas tebu nilai kekuatan tarik tertinggi pada volume 30% dengan penyusunan serat searah dimana nilainya adalah 101,78 Mpa dan nilai kekuatan tarik terendah pada volume 20% pada penyusunan acak dengan besarnya nilai 51,56 Mpa. Nilai tertinggi terdapat pada volume 30% dengan penyusunan searah hal ini dikarenakan serat berada pada komposit penyusunan searah posisinya sama di setiap bagian.
2. Hasil dari analisis foto makro patahan komposit serat ampas tebu untuk penyusunan searah posisi serat berada pada semua permukaan dan tidak ada yang tercabut, untuk posisi acak posisi serat tidak beraturan dan ada serat yang tercabut, dan penyusunan sudut 45⁰ posisi serat berada pada semua permukaan patahan tetapi banyak serat yang tercabut karena serat yang pendek.

SARAN

Penelitian yang penulis lakukan masih terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki kembali. Oleh karena itu penulis menyampaikan saran, sebagai berikut:

1. Belum adanya pemanfaatan pengaplikasian untuk komposit serat ampas tebu.
2. Untuk penelitian selanjutnya lebih diperbanyak variasi pengujiannya
3. Proses penekanan pada saat percetakan harus dilakukan secara merata agar cetakan terisi resin secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Callister, William D.2007. "Material Science and engineering An Introduction". New York: John Wiley and Sons, Inc
- Davis H.E., 1982, The Testing Of Engineering Material, McGraw-Hill, Inc New York.
- Didalam Bathiar A.D.M., 2012, "Aplikasi Serat Serabut Kelapa Bermatrik Sagu Dan Gliserol Sebagai Pengganti Kemasan Makanan Dari Seterofoam", Jurnal Teknik Mesin, Volume 1, Nomor 1, Hal: 31-39

Wiranda, Wike, dan Hamzah, M, Harahap,
2015, Pengaruh Perendaman Filler Seart
Ampas Tebu Dengan Variasi Kosentrasi
Naoh Terhadap Sifat Mekanik
Komposit Resin Polyester, Jurnal
Einstein Prodi Fisika FMIPA Unimed, 3
(2): 30-36, Universitas Negeri
Medan.